

09/297289

日本国特許庁

28.08.98

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1997年 8月28日

REC'D 16 OCT 1998

WIPO

PCT

出願番号
Application Number:

平成 9年特許願第233105号

出願人
Applicant(s):

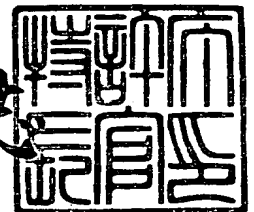
セイコーエプソン株式会社

PRIORITY DOCUMENT

1998年10月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伊佐山 建志



出証番号 出証特平10-3078355

【書類名】 特許願

【整理番号】 P0S58448

【提出日】 平成 9年 8月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F03G 1/02

【発明の名称】 ゼンマイおよびゼンマイを利用した駆動機構

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 茂木 正俊

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 高城 富美男

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代表者】 安川 英昭

【代理人】

【識別番号】 100093388

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 喜三郎

【連絡先】 3348-8531内線2610-2615

【選任した代理人】

【識別番号】 100095728

【弁理士】

【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

【弁理士】

【氏名又は名称】 須澤 修

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013044

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9711684

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ゼンマイおよびゼンマイを利用した駆動機構

【特許請求の範囲】

【請求項1】 アモルファス金属から構成されていることを特徴とするゼンマイ。

【請求項2】 請求項1に記載のゼンマイにおいて、
当該ゼンマイの自由展開形状はS字状をなし、この自由展開形状の湾曲方向が変化する変曲点は、巻き取り側の端部となる内端と、この内端に対して他の端部となる外端との中間点よりも内端側に形成されていることを特徴とするゼンマイ。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載のゼンマイにおいて、
複数枚のアモルファス金属板状体を積層一体化することにより形成されていることを特徴とするゼンマイ。

【請求項4】 請求項3に記載のゼンマイにおいて、
前記複数枚のアモルファス金属板状体は、合成樹脂系の接着剤により積層一体化されていることを特徴とするゼンマイ。

【請求項5】 請求項1～請求項4のいずれかに記載のゼンマイは、時計用のゼンマイであることを特徴とするゼンマイ。

【請求項6】 ゼンマイと、このゼンマイの機械エネルギーを伝達する輪列とを備えたゼンマイを利用した駆動機構であって、

アモルファス金属から構成される少なくとも2以上のゼンマイと、これらのゼンマイのそれぞれを収納する複数の香箱とを有し、

前記輪列には、前記複数の香箱が同時に噛合していることを特徴とするゼンマイを利用した駆動機構。

【請求項7】 請求項6に記載のゼンマイを利用した駆動機構において、
前記複数の香箱は、前記輪列に対する噛合の位相が互いにずれていることを特徴とするゼンマイを利用した駆動機構。

【請求項8】 請求項6または請求項7に記載のゼンマイを利用した駆動機構において、時計用の駆動機構として用いられることを特徴とするゼンマイを利用

した駆動機構。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、駆動機構の動力源として用いられるゼンマイに関し、例えば、時計やオルゴール等の駆動機構の動力源として用いられるゼンマイとして利用することができる。

【0002】

【従来の技術】

従来より、時計やオルゴールの駆動機構の動力源としてゼンマイが利用されている。

【0003】

例えば、時計の駆動機構は、動力源となるゼンマイと、このゼンマイを収納する香箱と、この香箱と噛合してゼンマイの機械エネルギーを伝達する輪列とを備え、巻締められたゼンマイの巻き戻しによる回転力を利用して、輪列等の伝達装置を介して時計の指針を回転させている。

【0004】

このような駆動機構の動力源とされるゼンマイの巻数と出力トルクとの関係は比例関係にあり、ゼンマイが出力するトルクを T 、ゼンマイの巻締め回数（巻数）を N 、ヤング率を E 、ゼンマイの全長を L とし、ゼンマイが厚さ t 、幅 b の矩形状の断面を有するとすると、

$$T = (E t^3 b \pi / 6 L) \times N \quad \cdots (1)$$

という式で表されることが知られている。

【0005】

一方、ゼンマイの全長 L 、厚さ t 、幅 b は、ゼンマイが収納される香箱サイズによって決定され、香箱内半径を R 、香箱真半径を r とすると、ゼンマイの全長 L は、

$$L = \pi (R^2 - r^2) / 2 t \quad \cdots (2)$$

という式によって導かれ、ゼンマイの全長 L および厚さ t は反比例の関係にある

ということが判る。

【0006】

ここで、ゼンマイに蓄えられる機械エネルギーは、(1)式の出カトルク T を巻数 N で積分することにより与えられ、(1)式がゼンマイの全長 L および厚さ t の関数とも考えられるので、従来は、 L 、 t を調整することによってゼンマイのエネルギーを調整していた。

【0007】

すなわち、ゼンマイの厚さ t を薄くしてゼンマイの全長 L を大きくすれば、ゼンマイの最大巻数 N_{\max} を大きくすることができる。

【0008】

逆に、ゼンマイの全長 L を短くしてゼンマイの厚さ t を厚くすれば、出力トルク T の値を高くすることができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような決定方法では、(2)式から判るように、ゼンマイの厚さ t および全長 L が香箱内部の収納空間の容積によって制限されてしまうので、長時間動作可能なゼンマイを採用する場合、必然的に香箱を大きくして収納空間を大きくとらなければならず、ゼンマイを含む駆動機構の小型化が図れないという問題がある。

【0010】

また、ヤング率の高いゼンマイ材料を採用して厚さ t が薄くても高トルクを出力することのできるゼンマイとすることも考えられたが、ゼンマイの靱性を確保しづらく、ゼンマイの耐久性という点で限界があった。

【0011】

従って、特に、腕時計等の小型化が重要な要素となる分野においては、駆動機構の長時間動作と、駆動機構の小型化という相反する性能を満たすゼンマイが切望されていた。

【0012】

本発明の目的は、駆動機構の小型化を維持しつつ、長時間駆動機構を動作させ

ることのできるゼンマイを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

1. ゼンマイ材料の特定

本発明に係るゼンマイは、アモルファス金属から構成されていることを特徴とする。

【0014】

ここで、ゼンマイ材料としてアモルファス金属を採用したのは、要するに、引っ張り応力が大きくかつヤング率の小さな材料をゼンマイ材料とするためであり、このようなゼンマイ材料の要求性能は、以下のような考えに基づいて導き出されたものである。

【0015】

すなわち、上述した式(1)の関係が成立するゼンマイ31(厚さ t 、幅 b 、長さ L)のたわみは、図1に示されるように、内端311が香箱真33に剛接合され、他の端部となる外端312が自由端とされる片持ち支持梁のたわみとして、近似的に求められる。図1におけるたわみ角 α (rad)は、ゼンマイ31のたわみ半径を r とすると、

$$r = L / \alpha \quad \cdots (3)$$

と表すことができる。

【0016】

一方、ゼンマイ31の巻数 N は、上述したたわみ角 α によって、

$$N = \alpha / 2\pi \quad \cdots (4)$$

と表される。

【0017】

従って、上述した式(1)は(3)、(4)式から、

$$T = (bt^3E / 12L) \times \alpha \quad \cdots (5)$$

と変形される。

【0018】

そして、ゼンマイ31のたわみによって蓄えられるエネルギー U は、ゼンマイ1

に作用する曲げモーメント、すなわち、ゼンマイ 1 の出力トルク T を α について積分することによって求められ、

$$\begin{aligned} U &= \int T d\alpha = \int (bt^3E/12L) \times \alpha d\alpha \\ &= (bt^3E/24L) \times \alpha^2 \quad \dots (6) \end{aligned}$$

となる。

【0019】

従って、長さ L のゼンマイが蓄え得る最大エネルギー U_{\max} は、図 1 におけるゼンマイ 31 の最大たわみ角 α_{\max} とすると、

$$U_{\max} = (bt^3E/24L) \times \alpha_{\max}^2 \quad \dots (7)$$

と表される。

【0020】

ここで、ゼンマイ 31 に作用する曲げ応力 σ は、ゼンマイ 31 に作用する曲げモーメント、すなわち、たわみ状態にあるゼンマイ 31 が出力し得る出力トルク T の関数として表され、ゼンマイ 1 の中立軸 A からの厚さ方向変位を y 、ゼンマイ 31 の断面二次モーメントを I_z とすると、

$$\sigma = T \times y / I_z \quad \dots (8)$$

と表される。

【0021】

従って、図 1 におけるゼンマイ 31 の上面に作用する引っ張り方向の最大曲げ応力 σ_b は、(8) 式より、

$$\sigma_b = T \cdot (t/2) / I_z \quad \dots (9)$$

と算出される。

【0022】

一方、ゼンマイ 31 の断面は、厚さ t 、幅 b の矩形状をなしているから、

$$I_z = bt^3/12 \quad \dots (10)$$

と算出され、(9)、(10) 式より、

$$T = (bt^2/6) \times \sigma_b \quad \dots (11)$$

と表される。

【0023】

従って、(1)、(11)式より、

$$T = (E t^3 b \pi / 6 L) \times N = (b t^2 / 6) \times \sigma b \quad \dots (12)$$

と表され、(7)式における α_{\max} を与えるゼンマイの最大巻数 N_{\max} は、(4)式より、

$$N_{\max} = \alpha_{\max} / 2 \pi \quad \dots (13)$$

となる。よって、(12)、(13)式より、

$$\alpha_{\max} = 2 L \sigma b / E t \quad \dots (14)$$

という関係が導き出せる。

【0024】

従って、 α_{\max} は、ゼンマイ31の引っ張り方向の最大曲げ応力 σb 、すなわち、ゼンマイ31に用いられるゼンマイ材料の最大引っ張り応力 σ_{\max} によって決定され、上述した(7)式は、

$$\begin{aligned} U_{\max} &= (b t^3 E / 24 L) \times (2 L \sigma_{\max} / E t)^2 \\ &= (b t L / 6) \times (\sigma_{\max}^2 / E) \quad \dots (15) \end{aligned}$$

と算出されることが判る。

【0025】

(15)式から、図1のゼンマイ31に蓄えられる最大エネルギー U_{\max} は、ゼンマイ31の厚さ t 、幅 b 、長さ L のみならず、ゼンマイ31を構成する材料の最大引っ張り応力 σ_{\max} 、ヤング率 E によっても変化することが判る。

【0026】

従って、ゼンマイに蓄えられるエネルギー U_{\max} をより大きくするには、最大引っ張り応力 σ_{\max} が大きくかつヤング率 E が小さい性質の材料をゼンマイ1に採用するのが好ましいということが判る。

【0027】

ここで、アモルファス金属は、従来からの規状ゼンマイ材料と比較すると、最大引っ張り応力 σ_{\max} とヤング率 E との比(σ_{\max} / E)が大きいことが知られ、例えば、通常の規状ゼンマイとアモルファス金属($\text{Co}_{73}\text{Si}_{16}\text{B}_{12}$ 、 $\text{Ni}_{78}\text{Si}_{10}\text{B}_{12}$)とを比較すると次のようになる。

【0028】

| | σ_{\max} | E |
|---|------------------------|-----------------------------------|
| 規状ゼンマイ材料 | 200 kgf/mm^2 | $20 \times 10^3 \text{ kgf/mm}^2$ |
| $\text{Co}_{73}\text{Si}_{16}\text{B}_{12}$ | 306 kgf/mm^2 | $9 \times 10^3 \text{ kgf/mm}^2$ |
| $\text{Ni}_{78}\text{Si}_{10}\text{B}_{12}$ | 250 kgf/mm^2 | $8 \times 10^3 \text{ kgf/mm}^2$ |

従って、例えば、 $\sigma_{\max} = 200 \text{ kgf/mm}^2$ 、 $E = 10 \times 10^3 \text{ kgf/mm}^2$ のアモルファス金属をゼンマイ31の材料として採用した場合、(15)式より、従来の場合と比較して2倍のエネルギーを蓄えられることが判る。

【0029】

従って、時計やオルゴール等の駆動機構の動力源としてアモルファスゼンマイを採用すれば、香箱等他の部分の形状寸法を変更することなく、ゼンマイに蓄積可能なエネルギー体積密度を向上することが可能となる。

【0030】

よって、駆動機構の動力源としては、小型化を維持しつつ、長時間動作させることが可能となり、特に、小型化が重要な腕時計の駆動機構の動力源として好ましい。

【0031】

2. アモルファスゼンマイの最適形状

以上において、上述したゼンマイの自由展開形状はS字状をなし、この自由展開形状の湾曲方向が変化する変曲点は、巻き取り側の端部となる内端と、この内端に対して他の端部となる外端との中間点よりも内端側に形成されているのが好ましい。

【0032】

ここで、ゼンマイの自由展開形状とは、ゼンマイを香箱内から出した状態の形状のように、ゼンマイの拘束状態を解放した場合の展開形状をいう。

【0033】

従来の規状ゼンマイの自由展開形状では、図2に示すグラフG1のように、ゼンマイの内端と外端との中間点Cに変曲点（曲率半径 ρ が無限大となり、ゼンマイの湾曲方向が変化する点）を設けた理想曲線に近いS字状に形成していたが、

これは以下の理由による。

【0034】

① 予めゼンマイを巻き取り方向とは反対側にクセ付しておき、巻締め時、ゼンマイに蓄えられるエネルギーを多く蓄積するためである。

【0035】

② ゼンマイ全体に亘って均等に曲げ応力が作用するようにして応力集中によるゼンマイの破断を防止するためである。

【0036】

一方、上述したように、アモルファスゼンマイは、従来の規状ゼンマイ材料と比較してヤング率が小さいので、上記②の理由による制限は緩和され、専ら①を達成するためにクセ付を行うことが可能となる。

【0037】

そして、具体的には、アモルファスゼンマイの最適な自由展開形状は、以下のようにして決定される。

【0038】

香箱に収納されたゼンマイの巻締め時における螺旋形状をアルキメデスの螺旋と仮定すると、極座標 r 、 θ を採った場合、

$$r = (t / 2\pi) \cdot \theta \quad \cdots (16)$$

と表される (t : ゼンマイの厚さ)。

【0039】

そして、ゼンマイ全体に亘って応力集中が起こらない理想曲線を与える条件は、ゼンマイに作用する曲げモーメントを M 、ゼンマイの曲げ剛性を B 、自由展開形状におけるゼンマイの曲率半径を ρ_0 、巻締め時におけるゼンマイの外周部分の曲率半径を ρ_1 とすると、

$$(1 / \rho_1) - (1 / \rho_0) = M / B = \text{一定} \quad \cdots (17)$$

で与えられる。

【0040】

また、ゼンマイ全体の蓄積した弾性エネルギーが最大となる条件は、ゼンマイの最大弾性歪み量を ε_{\max} とすると、

$$B/M = t / 4 \varepsilon_{\max} \cdots (18)$$

で与えられる。

【0041】

巻出し中心からの曲線に沿って測ったゼンマイの長さを L' とすると、

$$1/\rho_1 = (\pi/t L')^{1/2} \cdots (19)$$

という関係が成立する。

【0042】

従って、(17)、(19)式より、

$$1/\rho_0 = (\pi/t L')^{1/2} - M/B \cdots (20)$$

となる。

【0043】

実際には、ゼンマイの内端は、香箱真に巻き付けられるので、この香箱真半径を r とすると、実際のゼンマイの長さ L は、

$$L = L' - \pi r^2/t \cdots (21)$$

となる。そして、理想曲線形の自然方程式は(22)式のようになる。

【0044】

$$\rho_0 = 2 (\pi/t) \times (B/M)^3 \times (1/L) + B/M \cdots (22)$$

従って、ゼンマイの蓄積エネルギーが最大となる場合の自由展開形状における曲率半径 ρ_0 は、(18)、(22)式より、

$$\rho_0 = 2 (\pi/t) \times (t/4 \varepsilon_{\max})^3 \times (1/L) + t/4 \varepsilon_{\max} \cdots (23)$$

と表すことができる。

【0045】

尚、 $\varepsilon_{\max} = 0.02$ となると、理想曲線の渦巻形状のピッチがゼンマイの厚さ t よりも完全に小さくなってしまいますので、実際には、 $\varepsilon_{\max} = 0.02$ に近い形状で代用することとなる。

【0046】

(23)式を上述した図2に表せばグラフG2のようになり、計算上変曲点をアモルファスゼンマイの内端ぎりぎりに形成することが可能なことが判る。

【0047】

従って、アモルファスゼンマイであれば、ゼンマイの全長に亘って巻き取り方向とは反対側にクセ付することが可能となるので、巻締め時の蓄積エネルギーをより多くすることが可能となる。

【0048】

ここで、上述した(1)式は理論上算出される基礎式であり、(22)式もこの基礎式から求められる理論上の式であり、実際には、ゼンマイ同士またはゼンマイと香箱との間に摩擦が生じたり、ゼンマイと香箱真とを接合するための巻き代が必要となるので、これらを考慮する必要がある。

【0049】

従って、摩擦による補正係数をK1、ゼンマイを香箱真に巻き付けるための巻数Noとすると、従来の規状ゼンマイでは、巻数Nと出力トルクTとの関係は、

$$T = K1 \cdot (E b t^3 \pi / 6 L) \times (N - N_0) \quad \cdots (24)$$

となる。

【0050】

一方、Noについて注目すると、アモルファスゼンマイの場合、歪みを大きくするために、巻締め方向と逆向きにクセ付を行うので、その回数をNrとすると、香箱真に巻き付けるためのクセ付分1巻を考慮して、

$$T = K1 \cdot (E b t^3 \pi / 6 L) \times (N + N_r - 1) \quad \cdots (25)$$

となる。

【0051】

(24)式、(25)式より、図3に示されるように、アモルファスゼンマイの出力トルク特性G3は、従来の規状ゼンマイの出力トルク特性G4と比較すると、巻締め時の最大出力トルク(図3中S点)を同じに設定しても、G3は、G4よりもなだらかな出力特性を有していることが判る。

【0052】

従って、アモルファスゼンマイの出力特性G3の方がなだらかなので、トルク変動率を小さくすることが可能となるうえ、クセ付巻数Nrを加味した実質上の巻数Nを多くとることが可能なので、駆動機構をより長時間動作させることが可

能となる。

【0053】

3. 最適形状となるアモルファスゼンマイの形成

また、上述したアモルファス金属は、単板では厚さ t が最大 $50\mu\text{m}$ のものしか製造できないので、複数枚のアモルファス金属板状体を積層一体化してアモルファスゼンマイとするのが好ましい。

【0054】

すなわち、アモルファス金属板状体が積層して形成されているので、(1)、(22)、(23)式から判るように、出力トルク等の要求性能に応じてアモルファスゼンマイの厚さ t を自由に設定することが可能となる。

【0055】

さらに、積層一体化する場合、複数枚のアモルファス金属板状体を合成樹脂系の接着剤で貼り合わせるのが好ましい。

【0056】

すなわち、合成樹脂系の接着剤は、比較的低温で複数枚のアモルファス金属板状体を積層一体化することができるので、アモルファス金属の特性が変化することもなく、上述したアモルファスゼンマイの特徴が損なわれることもない。

【0057】

具体的には、アモルファス金属の特性が変化する略 300°C 以下の温度で硬化する接着剤を採用すればよく、例えば、エポキシ系接着剤であれば、略 100°C で硬化するので、アモルファス金属の特性が変化することもない。

【0058】

また、接着剤が完全に硬化する前であれば容易に変形するので、上述したアモルファスゼンマイのクセ付を治具等に巻き付けて容易に行うことが可能となる。

【0059】

さらに、従来の規状ゼンマイのようにクセ付のために別途熱処理等をする必要がなく、ゼンマイの製造工程の簡素化を図ることが可能となる。

【0060】

尚、複数枚のアモルファス金属板状体の内端部分、変曲点部分、外端部分をス

ポット溶接しても、アモルファスゼンマイのクセ付を行うことが可能である。

【0061】

4. アモルファスゼンマイを利用した駆動機構

そして、本発明に係るゼンマイを利用した駆動機構は、ゼンマイと、このゼンマイの機械エネルギーを伝達する輪列とを備えたゼンマイを利用した駆動機構であって、アモルファス金属から構成される複数のゼンマイと、これらのゼンマイを収納する複数の香箱とを有し、前記輪列には、前記複数の香箱が同時に噛合していることを特徴とする。

【0062】

すなわち、アモルファスゼンマイが収納された複数の香箱を同時に輪列に噛合させているので、輪列には、複数の香箱から出力される出力トルクを重ね合わせた出力トルクが作用し、輪列に大きなトルクを作用させることが可能となり、駆動機構を高い出力トルクで動作させることが可能となる。

【0063】

以上において、前記複数の香箱は、輪列に対する噛合の位相が互いにずれているのが好ましい。

【0064】

すなわち、噛合の位相が互いにずれているので、一方の香箱と輪列との噛合によって発生するトルク変動を、他の香箱との噛合により打ち消すことが可能となり、香箱全体で輪列への伝達トルクの変動を抑制して駆動機構をスムーズに動作させることが可能となる。

【0065】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0066】

図4は、本発明の第1実施形態に係るアモルファスゼンマイを利用した電子制御式機械時計の駆動機構を示す平面図であり、図5及び図6はその断面図である。

【0067】

電子制御式機械時計の駆動機構1は、アモルファスゼンマイ31、香箱歯車32、香箱真33及び香箱蓋34からなる香箱30を備えている。アモルファスゼンマイ31は、外端が香箱歯車32、内端が香箱真33に固定される。香箱真33は、地板2と輪列受3に支持され、角穴車4と一体で回転するように角穴ネジ5により固定されている。

【0068】

角穴車4は、時計方向には回転するが反時計方向には回転しないように、こはぜ6と噛み合っている。なお、角穴車4を時計方向に回転しアモルファスゼンマイ31を巻く方法は、機械時計の自動巻または手巻機構と同様であるため、説明を省略する。

【0069】

香箱歯車32の回転は、7倍に増速されて二番車7へ、順次6、4倍増速されて三番車8へ、9.375倍増速されて四番車9へ、3倍増速されて五番車10へ、10倍増速されて六番車11へ、10倍増速されてロータ12へと、合計126,000倍の増速をし、これらの歯車が輪列を構成している。

【0070】

二番車7には筒かな7aが、筒かな7aには分針13が、四番車9には秒針14がそれぞれ固定されている。従って、二番車7を1rphで、四番車9を1rpmで回転させるためには、ロータ12は5rpsで回転するように制御すればよい。このときの香箱歯車1bは、 $1/7$ rphとなる。

【0071】

この電子制御式機械時計は、ロータ12、ステータ15、コイルブロック16から構成される発電機20を備えている。ロータ12は、ロータ磁石12a、ロータかな12b、ロータ慣性円板12cから構成される。ロータ慣性円板12cは、香箱30からの駆動トルク変動に対しロータ12の回転数変動を少なくするためのものである。ステータ15は、ステータ体15aに4万ターンのステータコイル15bを巻線したものである。

【0072】

コイルブロック16は、磁心16aに11万ターンのコイル16bを巻線したものである。ここで、ステータ体15aと磁心16aはPCパーマロイ等で構成されている。また、ステータコイル15bとコイル16bは、各々の発電電圧を加えた出力電圧がでるように直列に接続されている。

【0073】

このような発電機20によって発電された交流出力は、図1～図3では図示を略したが、駆動機構1の調速、脱進等の制御用に組み込まれる制御回路に供給される。

【0074】

次に、上述した香箱30の内部構造について図7に基づいて説明する。

【0075】

図7(A)には、前述したアモルファスゼンマイ31が香箱30内で巻締められた状態が示され、図7(B)には、アモルファスゼンマイ31が香箱内で巻戻った後に状態が示されている。

【0076】

尚、このアモルファスゼンマイ31の形状寸法は、幅 $b=1\text{mm}$ 、厚さ $t=0.1\text{mm}$ 、全長 $L=300\text{mm}$ である。

【0077】

アモルファスゼンマイ31は、上述したように、その内端311が香箱真33に巻き付けられているとともに、外端312が香箱の内側面に接合固定されている。

【0078】

図7(B)の状態において、外力によって香箱30を香箱真33に対して回転させると、アモルファスゼンマイ31が巻締まる。巻締め後、香箱30の拘束状態を解放すると、アモルファスゼンマイ31の巻戻りとともに、香箱30が回転する。そして、香箱30の外周に形成される香箱歯車32によって上述した二番車7等の輪列を回転させて分針13、秒針14等が動作する。

【0079】

アモルファスゼンマイ31は、図8に示すように、厚さ $50\mu\text{m}$ のアモルファス金属板状体313を複数枚積層一体化して形成され、各々のアモルファス金属板状体313同士は、エポキシ系接着剤314によって貼り付けられている。

【0080】

尚、アモルファス金属板状体313は、Fe基にCr基を添加したアモルファス合金からなり、Cr基の添加により高耐食性を有し、最大引っ張り応力 $\sigma_{\text{max}} = \text{略} 200\text{kgf/mm}^2$ 、ヤング率 $E = \text{略} 10 \times 10^3\text{kgf/mm}^2$ の強度を有している。

【0081】

前記香箱30から取り外したアモルファスゼンマイ31は、図9に示すように、香箱真31に対する巻取り方向とは、反対側にクセ付され、平面略S字状の自由展開形状を有している。

【0082】

そして、湾曲方向が変化する変曲点315は、内端311の近傍に形成され、変曲点315から内端311までは、アモルファスゼンマイ31を香箱真33に固定するために利用される。

【0083】

以上のようなアモルファスゼンマイ31を製造するに際しては、まず、アモルファス金属板状体313を駆動機構1の動力源として必要な幅、長さ寸法に加工する。

【0084】

そして、各々のアモルファス金属板状体313をエポキシ系接着剤314を用いて互いに貼り合わせ、アモルファスゼンマイ31に必要な厚さ t (0.1mm)を確保する。

【0085】

最後に、エポキシ系接着剤314が硬化する前に、丸棒等にアモルファスゼンマイ31を巻き付けてクセ付を行い、エポキシ系接着剤314を硬化させる。

【0086】

以上のような第1実施形態に係るアモルファスゼンマイ31によれば、次のような効果がある。

【0087】

① 駆動機構1の動力源としてアモルファスゼンマイ31が採用されているので、駆動機構1の小型化を維持しつつ、当該駆動機構1を長時間動作させることができる。

【0088】

因みに、上述した駆動機構1に従来の規状ゼンマイを組み込んだ場合、巻締め時から4.2時間で停止するのに対して、アモルファスゼンマイ31を組み込んだ場合、巻締め時から60時間で停止する。

【0089】

すなわち、駆動機構1が腕時計に組み込まれ、使用者が平日この腕時計を携帯し、土、日に携帯しないと仮定した場合、従来の規状ゼンマイでは、金曜日 午後8:00に腕時計をはずすと、翌々日の日曜日午後2:00に停止してしまう。これに対して、アモルファスゼンマイ31であれば、60時間連続動作するので、翌週月曜日午前8:00まで動作し、時刻調整等することなく、連続使用することができる。

【0090】

② 変曲点315の位置を内端311の近傍に設定することができるので、クセ付をアモルファスゼンマイ31のほぼ全長に亘って行うことができ、アモルファスゼンマイ31が蓄積する機械エネルギーを増大させて駆動機構1の動作の長時間化を一層図ることができる。

【0091】

また、クセ付により実質上の有効巻数が増大するので、これに伴う出力トルクの減少がなだらかになり、駆動機構1の制御部分に伝わるトルク変動を少なくすることができ、駆動機構1の動作の安定化を図り易い。

【0092】

③ 従来の規状ゼンマイでは、バルク材から圧延を繰り返して所定寸法の厚さの

ゼンマイを得ていた。

【0093】

これに対して、上述したアモルファスゼンマイ31では、厚さ50 μ mという薄いアモルファス金属板状体313を積層一体化して形成されているので、このような冷間加工の工程を省略することができ、アモルファスゼンマイの製造の簡単化を図ることができる。

【0094】

④ 複数枚のアモルファス金属板状体313の積層一体化をエポキシ系接着剤314によって行っているので、アモルファスゼンマイ31の形成に加熱工程が加わることもなく、アモルファス金属の特性を損なうことがない。

【0095】

また、接着剤の硬化前にクセ付を行うことができるので、アモルファスゼンマイ31のクセ付を治具等に巻き付けて容易に行うことができる。

【0096】

次に、本発明の第2実施形態に係るアモルファスゼンマイを利用した駆動機構について説明する。尚、以下の発明では、既に説明した部分又は部材と同一又は類似の部分等については、その説明を省略又は簡略する。

【0097】

前述した第1実施形態に係る駆動機構1では、駆動機構1を動作させる動力源は、香箱30に収納された1つのアモルファスゼンマイ31のみであった。

【0098】

これに対して、図10に示すように、第2実施形態に係る駆動機構101は、香箱30を2つ備え、各々の内部に収納されたアモルファスゼンマイ31が駆動機構101の動力源とされている点が相違する。

【0099】

駆動機構101の二番車7の基部歯車71には、2つの香箱30の外周に形成された香箱歯車32（図10では図示略）が同時に噛合している。

【0100】

2つの香箱30は、それぞれの香箱真33を中心として同一方向に回動し、二

番車 7 には、各々のアモルファスゼンマイ 3 1 の出力トルク T を加えたトルク $2T$ が作用している。

【0101】

ここで、二番車 7 に噛合する香箱歯車 3 2 は、図 1 1 に示すように、左側の香箱歯車 3 2 と右側の香箱歯車 3 2 とが噛合する位相が異なっていて、左側の香箱歯車 3 2 が二番歯車 7 と B 1 点で当接する時、右側の香箱歯車 3 2 は B 2 点で二番歯車 7 から離間しようとしている。

【0102】

尚、このような位相の相違は、香箱真 3 3 の相対位置によって決まり、図 1 0 から判るように、二番車 7 の回転中心と香箱真 3 3 とがなす角 β に応じて噛合する位相を調整することができる。

【0103】

このような第 2 実施形態に係るアモルファスゼンマイを利用した駆動機構 1 0 1 によれば、前述の第 1 実施形態で述べた効果に加えて、次のような効果がある。すなわち、アモルファスゼンマイ 3 1 が収納された 2 つの香箱 3 0 を同時に輪列を構成する二番車 7 に同時に噛合させているので、香箱 3 0 各々の出力トルク T を重ね合わせて二番車 7 を回転させることができ、駆動機構 1 0 1 を高い出力トルク $2T$ で動作させることができる。

【0104】

また、二番車 7 に噛合する香箱歯車 3 2 の位相が互いにずれているので、一方、例えば、図 1 1 において、左側の香箱 3 0 と二番歯車 7 との噛合状態によって発生するトルク変動を、他の右側の香箱 3 0 との噛合状態により打ち消すことができ、伝達トルクの変動を抑制して駆動機構 1 0 1 をスムーズに動作させることができる。

【0105】

尚、本発明は、前述の各実施形態に限定されるものではなく、次に示すような変形等をも含むものである。

【0106】

すなわち、前述の第 1 実施形態では、アモルファスゼンマイ 3 1 は、電子制御

式機械時計の駆動機構 1 の動力源として用いられていたが、これに限らず、制御系が调速機、脱進機によって構成される通常の機械式時計の駆動機構にアモルファスゼンマイを用いてもよい。

【0107】

また、前述の第 1 実施形態では、時計の駆動機構 1 の動力源としてアモルファスゼンマイ 31 が用いられていたが、これに限らず、オルゴール等他の駆動機構の動力源としてアモルファスゼンマイを用いても良い。

【0108】

さらに、前述の第 1 実施形態では、アモルファスゼンマイ 31 は接着剤 314 によって積層一体化されていたが、内端 311、外端 312、変曲点 315 にスポット溶接を行って一体化してもよく、このようにすれば、積層一体化と同時にアモルファスゼンマイのクセ付をある程度行うことができる。

【0109】

そして、前述の第 2 実施形態では、輪列を構成する二番車 7 には、2 つの香箱 30 が噛合していたが、2 以上の香箱 30 が噛合していてもよく、要するに、アモルファスゼンマイの蓄積エネルギーと、駆動機構の動力源として要求されるエネルギーとに応じて適宜決定すればよい。

【0110】

また、前述の第 1 実施形態では、 $\sigma_{\max} = 200 \text{ kgf/mm}^2$ 、 $E = 10 \times 10^3 \text{ kgf/mm}^2$ のアモルファス金属をゼンマイ材料としていたが、これに限らず、最大引っ張り応力がより大きく、ヤング率が小さいアモルファス金属をゼンマイ材料として採用してもよい。要するに、いずれのアモルファス金属を採用するかは、駆動機構に要求される性能および量産性、コスト等を考慮して適宜決定すればよい。

【0111】

その他、本発明の実施の際の具体的な構造及び形状等は、他の目的を達成できる範囲で他の構造等としてもよい。

【0112】

【発明の効果】

前述のように本発明のアモルファスゼンマイによれば、ゼンマイに蓄積可能なエネルギー体積密度を向上することができるので、駆動機構の小型化を維持しつつ、長時間駆動機構を動作させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の作用を説明する模式図である。

【図2】

ゼンマイ長さ、曲率半径との関係からゼンマイの変曲点位置を表すグラフである。

【図3】

巻数と出力トルクとの関係を表すグラフである。

【図4】

本発明の第1実施形態に係るアモルファスゼンマイを利用した駆動機構を表す平面図である。

【図5】

前述の実施形態における駆動機構の断面図である。

【図6】

前述の実施形態における駆動機構の他の断面図である。

【図7】

前述の実施形態における香箱内に収納されたゼンマイを表す平面図である。

【図8】

前述の実施形態におけるゼンマイの厚さ方向断面図である。

【図9】

前述の実施形態におけるゼンマイの自由展開形状を表す平面図である。

【図10】

本発明の第2実施形態に係る駆動機構を表す部分平面図である。

【図11】

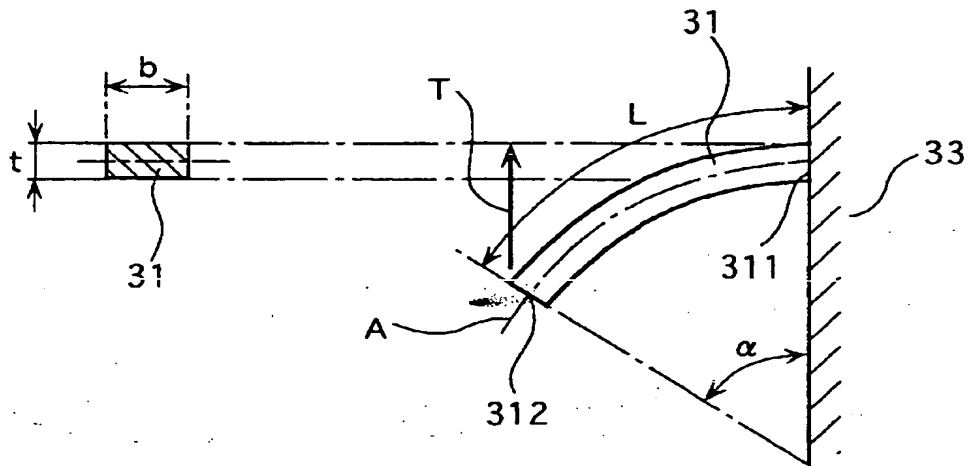
前述の実施形態における香箱と輪列との噛合状態を表す部分平面図である。

【符号の説明】

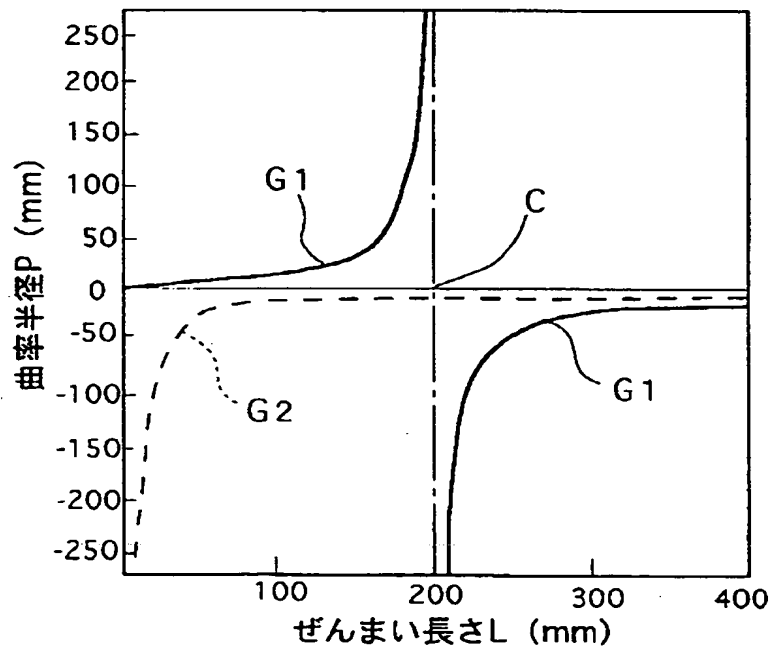
- 1 ゼンマイを利用した駆動機構
- 7 輪列（二番車）
- 30 香箱
- 31 ゼンマイ
- 311 内端
- 312 外端
- 313 アモルファス金属板状体
- 314 接着剤
- 315 変曲点

【書類名】 図面

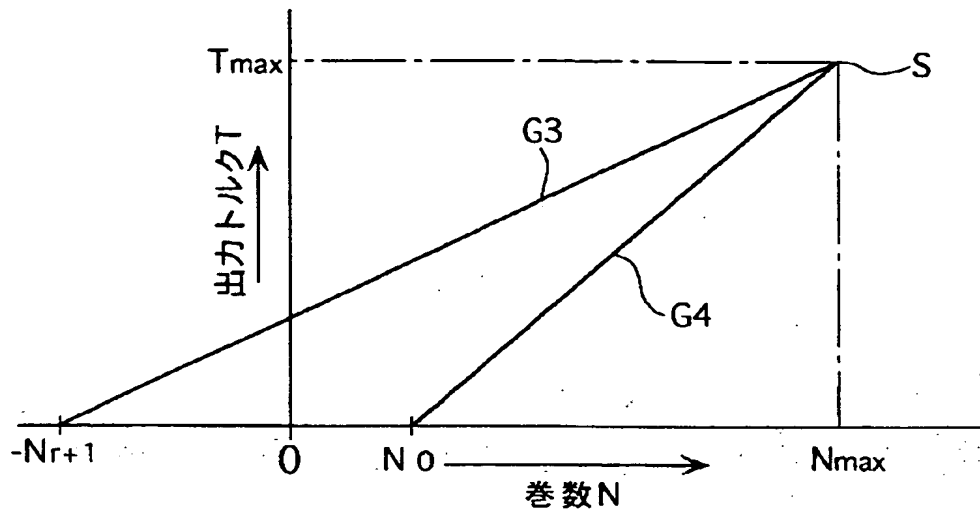
【図1】



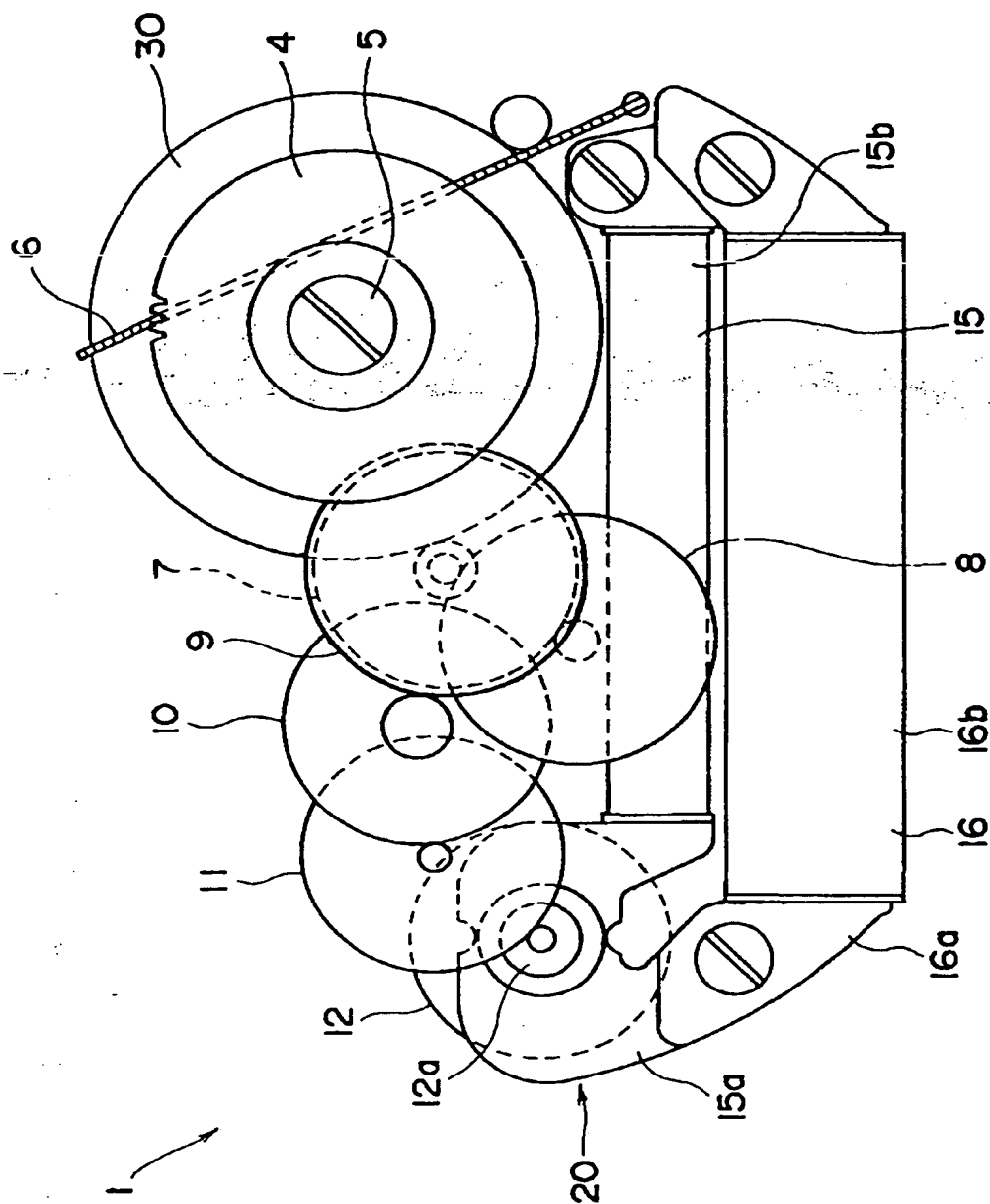
【図2】



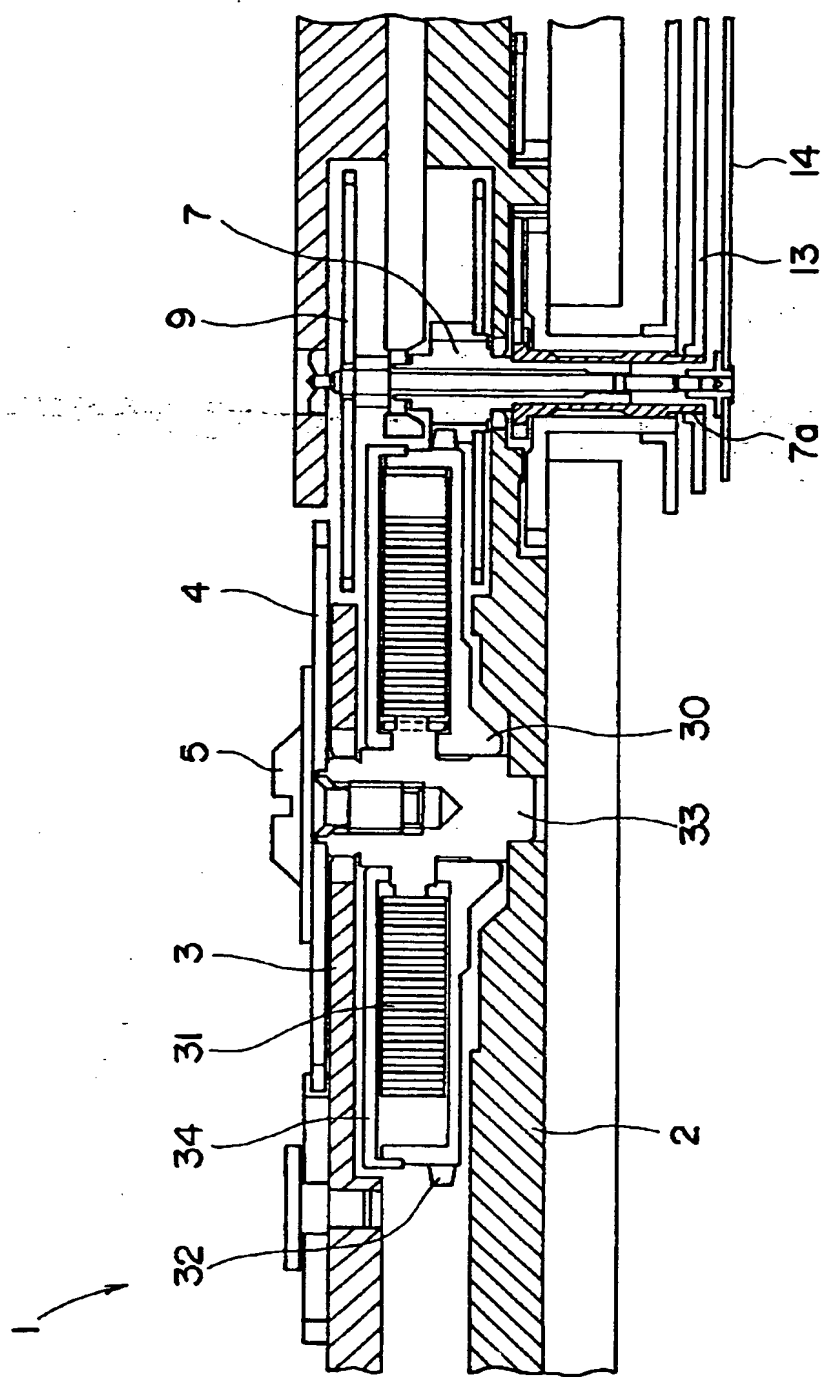
【図3】



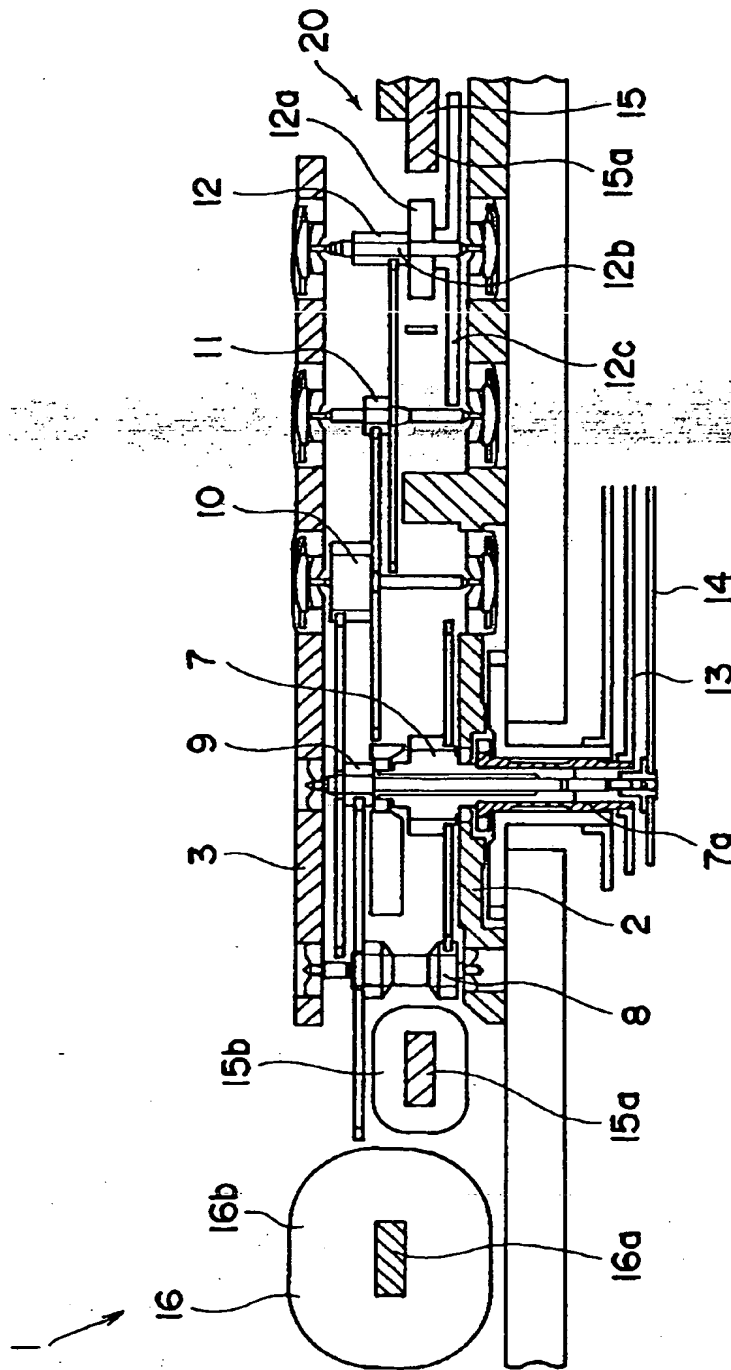
【図4】



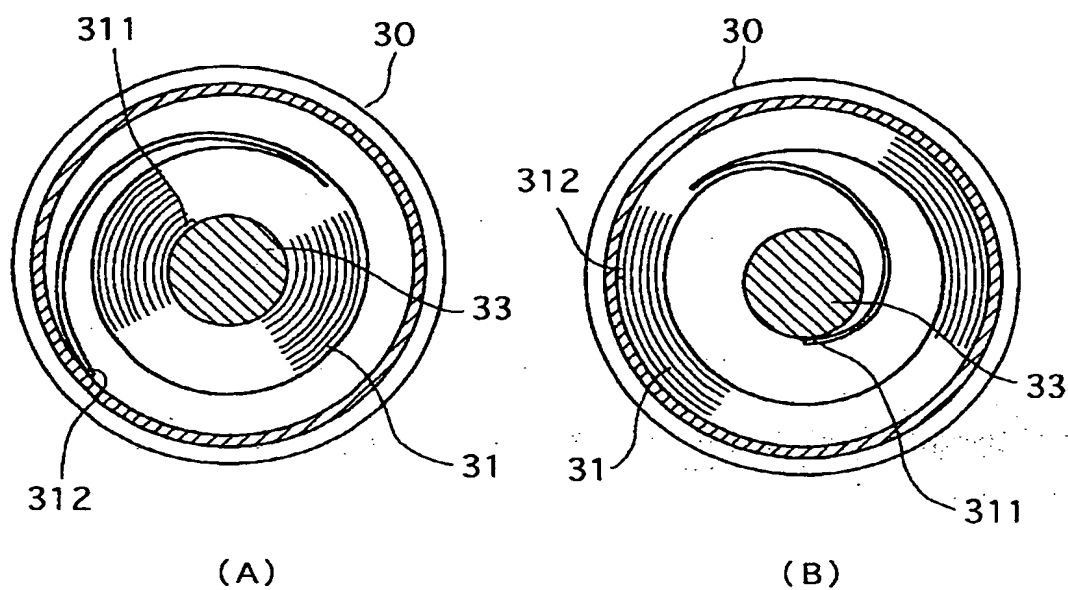
【図5】



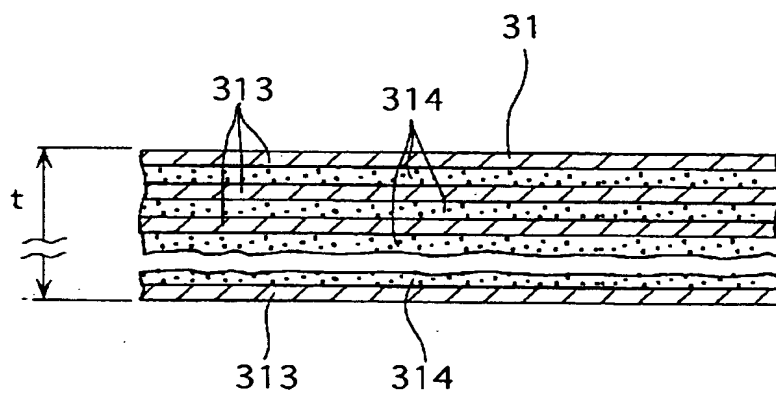
【図6】



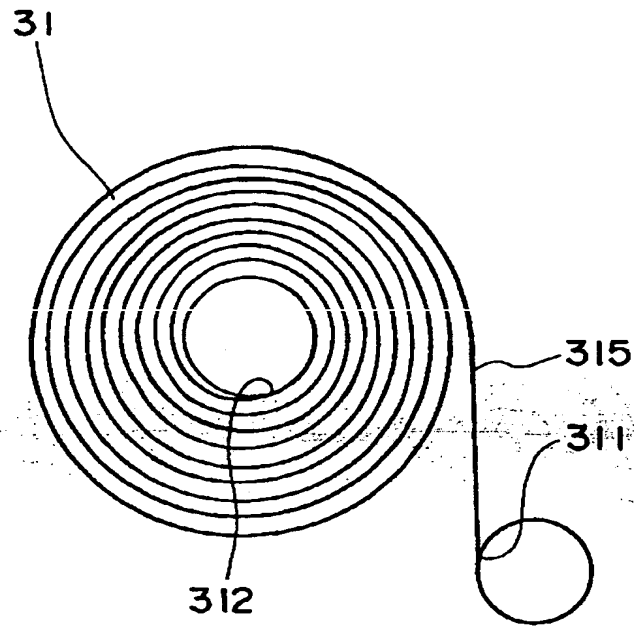
【図7】



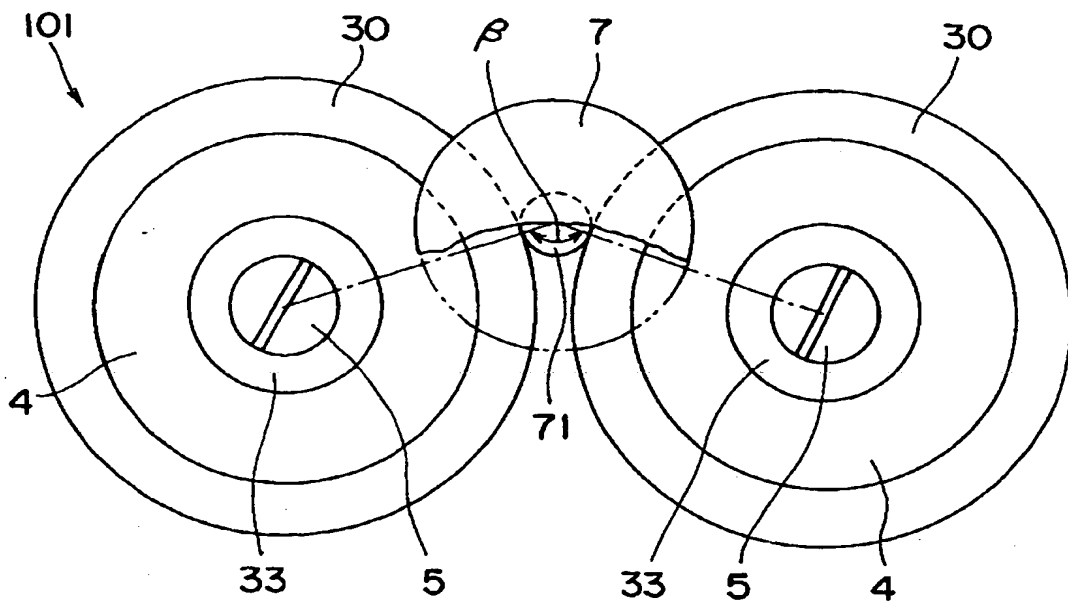
【図8】



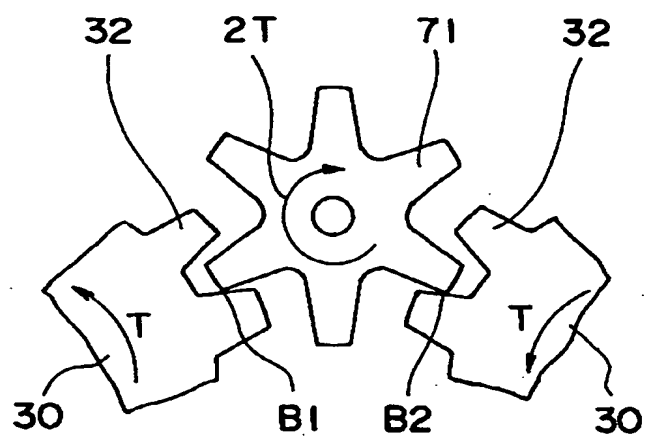
【図9】



【図10】



【図11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 駆動機構の小型化を維持しつつ、長時間駆動機構を動作させることのできるゼンマイを提供することを目的とする。

【解決手段】 駆動機構の動力源として用いられるゼンマイ31は、アモルファス金属板状体を積層一体化することにより形成され、その自由展開形状はS字状をなし、この自由展開形状の湾曲方向が変化する変曲点315は、巻き取り側の端部となる内端311と、この内端311に対して他の端部となる外端312との中間点よりも内端側に形成されている。アモルファス金属は、引っ張り応力が高くヤング率が低いので、ゼンマイ31に蓄えられる機械エネルギーを大きくすることができる。

【選択図】 図9

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100093388

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名又は名称】 鈴木 喜三郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100095728

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿2-4-1 セイコーエプソン株式会社 特許室

【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名又は名称】 須澤 修

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日 1990年 8月20日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
氏 名 セイコーエプソン株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)